

<b>Zeitschrift:</b>	Ingénieurs et architectes suisses
<b>Band:</b>	116 (1990)
<b>Heft:</b>	5
<b>Artikel:</b>	L'énergie électrique dans les bâtiments: mesures pilotes dans deux immeubles administratifs
<b>Autor:</b>	Weinmann, Charles
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-77245">https://doi.org/10.5169/seals-77245</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# L'énergie électrique dans les bâtiments

## Mesures pilotes dans deux immeubles administratifs

### 1. Description du travail

Le projet SIA 380/4 se compose de trois parties :

- mesures
- banques de données avec méthodes de calcul prévisionnel des consommations
- recommandations et exigences.

Nous présentons ici notre contribution qui concerne principalement les mesures *in situ*. La démarche suivie est

PAR CHARLES WEINMANN,  
ÉCHALLENS

expliquée à l'aide des mesures pilotes effectuées sur deux bâtiments.

Ces bâtiments ont été choisis en fonction des critères suivants :

- récents et modernes, où des efforts pour diminuer la consommation ont été accomplis ;
- disponibilité des bases de planification des installations ;
- 100 postes de travail ou davantage ;
- consommation spécifique d'électricité importante à cause de la présence de nombreux équipements destinés à fournir une large palette de prestations.

Nous avons choisi deux immeubles administratifs récents : le bâtiment de la Mobilière Suisse à Berne et celui de la Banque Populaire Suisse à Lausanne.

Nous avons tout d'abord déterminé l'indice de dépense d'énergie électrique des deux immeubles. Pour effectuer une comparaison entre ces deux indices, nous avons ensuite étudié la structure de cette consommation en mettant en évidence des profils types de puissance appelée et établi un bilan énergétique détaillé.

Nous analysons ensuite les consommations d'électricité pour quelques prestations particulières.

### 2. Analyse grossière

L'analyse grossière a pour but de juger superficiellement de la consommation totale et de sa valeur rapportée à l'unité de surface de référence.

L'analyse grossière de la consommation d'électricité (sans chauffage), fon-

dée sur les relevés mensuels ou annuels des services industriels, conduit à un indice de dépense d'énergie électrique de :

- 492 MJ/m<sup>2</sup>a pour le bâtiment berne
- 298 MJ/m<sup>2</sup>a pour le bâtiment de Lausanne.

Une étude du bureau CUB (C.U. Brunner) à Zurich, effectuée sur la base de l'examen de 22 bâtiments publics, permet de situer nos bâtiments pilotes parmi ceux dont l'indice de dépense d'énergie électrique est voisin de la moyenne pour le premier bâtiment, inférieur pour le second [1].

Mais il faut constater qu'avec l'indication de ce seul indice, il n'est pas possible de décrire la qualité énergétique du bâtiment. Contrairement à l'indice de dépense d'énergie pour la chaleur qui résulte de degrés-jours, grandeur que l'on retrouve pour l'ensemble des bâtiments, l'indice électrique dépend avant tout des prestations très variables fournies par les équipements : éclairage, renouvellement d'air, refroidissement, centre de calcul, degré d'équipement des postes de travail, cafétéria, restaurant, parking, etc. Une comparaison entre les consommations doit se fonder sur les besoins associés

à des unités d'exploitation et des prestations comparables [2].

Il importe donc d'établir un bilan de l'énergie électrique décomposé selon les prestations fournies, afin de comparer les consommations spécifiques relatives à chacune de ces prestations. Il est également nécessaire d'évaluer les prestations effectivement perçues par les utilisateurs, dans le but de déceler les prestations inutiles qui sont communément appelées «gaspillage».

### 3. Analyse détaillée

L'analyse détaillée a pour but de déterminer les consommations spécifiques d'énergie pour chaque prestation<sup>2</sup> requise par les usagers.

Par comparaison avec des valeurs de référence ou des valeurs cibles, l'analyse des consommations par prestation doit permettre de mettre en évidence les potentiels d'économie d'énergie réalisables. Elle permet aussi de comparer des bâtiments entre eux ou des installations entre elles.

Dans l'analyse détaillée, la consommation d'électricité dans un immeuble doit donc être décomposée en consommation spécifique par prestation. La future recommandation SIA se rapportera à des valeurs limites et cibles de la consommation d'énergie électrique associées à des prestations bien définies.

Nous distinguons les prestations fournies par les équipements électriques en deux classes :

- les prestations fournies par les installations du bâtiment

Le projet SIA 380/4, «L'énergie électrique dans le bâtiment», a pour objectif principal de préparer une recommandation concernant l'utilisation de l'énergie électrique dans les bâtiments. A cet effet, il s'agit d'étudier ce qui peut être réalisé par les architectes et les ingénieurs au niveau des projets, des réalisations et des rénovations afin d'entraîner une consommation d'électricité minimale dans des conditions d'utilisation standards.

Les travaux ont pour but de proposer des valeurs limites et des valeurs cibles en fonction des prestations requises par les utilisateurs et délivrées par les équipements des bâtiments. Parmi ces prestations, citons l'éclairage, le renouvellement de l'air, le conditionnement des locaux et les divers équipements auxiliaires de l'immeuble. Le projet de la SIA concerne aussi la consommation des ordinateurs et autres machines de bureau, des appareils ménagers ou des appareils de divertissement, afin d'obtenir des bilans complets et de connaître les charges thermiques correspondantes. Dans le domaine des installations du bâtiment où tout, et son contraire, a déjà été affirmé à propos des potentiels d'économie réalisables, les analyses des consommations d'électricité, prestation par prestation, doivent permettre de rassembler des données fiables, mesurées et contrôlées.

Les travaux de recherche du projet SIA 380/4 sont effectués par les bureaux d'ingénieurs Weinmann-Energies à Echallens et Electrowatt Ingénieurs-conseils SA (EWI) à Zurich.

Le but de cette publication est essentiellement de présenter les mesures effectuées dans deux bâtiments pilotes et la démarche suivie en vue d'établir une analyse énergétique. Notre souhait est que la procédure soit dorénavant adoptée par ceux qui effectuent des analyses de la consommation d'électricité des bâtiments, afin de permettre à l'avenir des comparaisons rigoureuses et utiles.

Une journée d'information et de discussions en vue d'une nouvelle recommandation SIA à ce sujet est prévue pour le printemps 1990, journée à laquelle les personnes qui nous feront part de leur intérêt pour ces questions seront invitées.

Reto Lang,  
président de la Commission SIA 380/4  
Gruenberg & Partner, Zurich

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

<sup>2</sup> «Prestation» a été traduit en allemand par «Infrastrukturfunktion».

- les prestations fournies par les équipements de production et de service.

### 3.1 Prestations des installations du bâtiment

Les prestations des installations du bâtiment<sup>3</sup> comprennent quatre catégories :

- 1) l'éclairage
- 2) le renouvellement d'air
- 3) le conditionnement des locaux
- 4) les équipements auxiliaires<sup>4</sup>.

Les équipements destinés à la fourniture de ces prestations sont en général prévus et planifiés par le maître de l'ouvrage, l'architecte et les ingénieurs pendant les phases de conception, de planification et de réalisation des constructions.

Ils dépendent de l'utilisation prévue des locaux et ne sont pas des éléments de production.

Nous avons ensuite subdivisé les consommations des installations du bâtiment associées à chaque prestation en trois classes :

- pour les locaux d'utilisation principale (c'est-à-dire les bureaux dans un immeuble administratif);
- pour les locaux annexes (couloirs, dépôts, archives, parking, locaux techniques);
- pour les locaux spéciaux (restaurant, cafétéria, centre de calcul, hall d'entrée, surfaces d'exposition et de vente, etc.).

### 3.2 Prestations des équipements de production

Les prestations des équipements de production<sup>5</sup> se répartissent en deux catégories :

- celles fournies par les équipements individuels<sup>6</sup>: il s'agit des ordinateurs personnels, imprimantes, télécopieurs, photocopieurs, etc.
- celles fournies par des services centralisés<sup>7</sup>: il s'agit par exemple de la cafétéria, d'un restaurant, d'un centre de calcul, de l'atelier d'héliographie et de reliure, etc.

Ces équipements sont en général choisis par les utilisateurs et peuvent être remplacés à un rythme plus ou moins rapide. Ils ne sont pas planifiés par l'architecte et les ingénieurs, bien que ceux-ci doivent connaître leurs principales caractéristiques d'encombrement, d'utilisation, de puissance et de charge thermique.

### 3.3 Bilan de la consommation d'électricité

Les mesures de la consommation d'électricité par prestation ne sont en

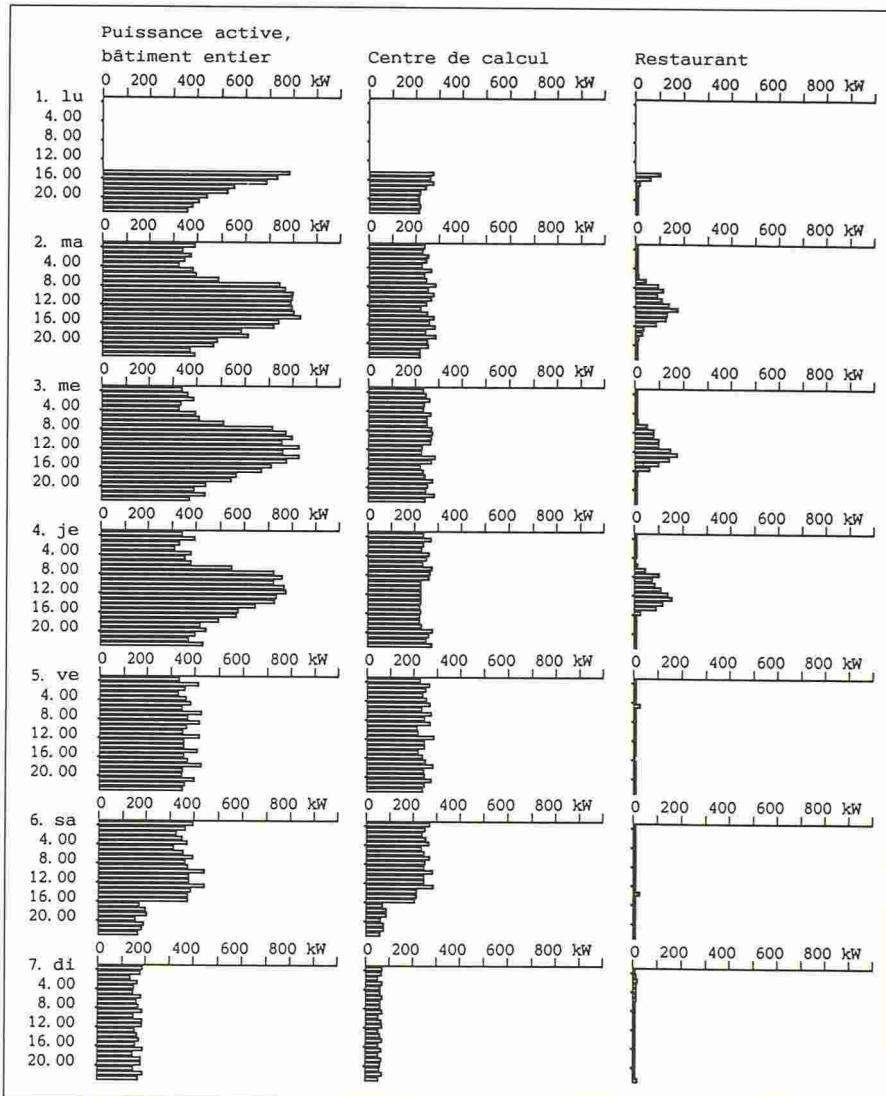


Fig. 1. - Profil de la consommation hebdomadaire d'électricité, Mobilière Suisse, Berne. Début des mesures: 20 mars 1989.

général pas très aisées, car la distribution d'électricité dans un bâtiment n'est pas divisée selon ces catégories et suit des critères plutôt géographiques : tableaux d'étage, tableaux des équipements techniques.

Pour faciliter l'établissement d'un bilan, on commence par analyser le profil de la consommation, sur la base du ou des compteurs installés et de mesures effectuées tous les quarts d'heure.

Les figures 1 et 2 montrent des profils de la puissance appelée au cours de quelques semaines. Ces profils ont des aspects qui se retrouvent souvent. Ils nous permettent de définir trois profils types (fig. 3) : celui d'un jour ouvrable, celui d'un jour de congé, celui d'un jour férié dans la semaine, ce dernier profil se distinguant des autres lorsque les horloges de programmation des installations ne sont pas modifiées. Dans ces cas, la ventilation et le refroidissement fonctionnent alors que les locaux sont inoccupés, donc sans éclairage et sans machines de bureau.

Les profils permettent de déterminer :

- la puissance moyenne d'exploitation  $P_b$  et sa durée  $h_b$

- la puissance en régime d'attente  $P_0$
- les fluctuations journalières.

Si les fluctuations au cours des semaines sont faibles, la consommation annuelle peut être reconstituée avec une assez bonne approximation à partir des mesures obtenues au cours de quelques semaines types caractéristiques de chaque saison. La validité de cette hypothèse a déjà pu être vérifiée dans plusieurs cas et pour un grand nombre de prestations.

L'analyse du contenu des figures est une mine d'informations, surtout si l'on dispose de la liste des enclenchements et déclenchements des appareils, ce qui est le cas à Berne où un système de gestion des équipements du bâtiment est installé. Dans le cas particulier du parking, le profil journalier permet de distinguer la consommation pour l'éclairage, celle pour le renouvellement de l'air piloté par une sonde de CO, ainsi que la consommation résiduelle de nuit (fig. 4).

L'établissement d'un bilan suffisamment détaillé de la consommation d'électricité pose un certain nombre de questions.

<sup>3</sup> En allemand « Haustechnik ».

<sup>4</sup> En allemand : Beleuchtung BL, Aussenluftzufuhr AL, Raumkonditionierung KO, diverses Haustechnik DT.

<sup>5</sup> Betriebseinrichtungen BR.

<sup>6</sup> Arbeitshilfen AH.

<sup>7</sup> Zentrale Dienste ZD.

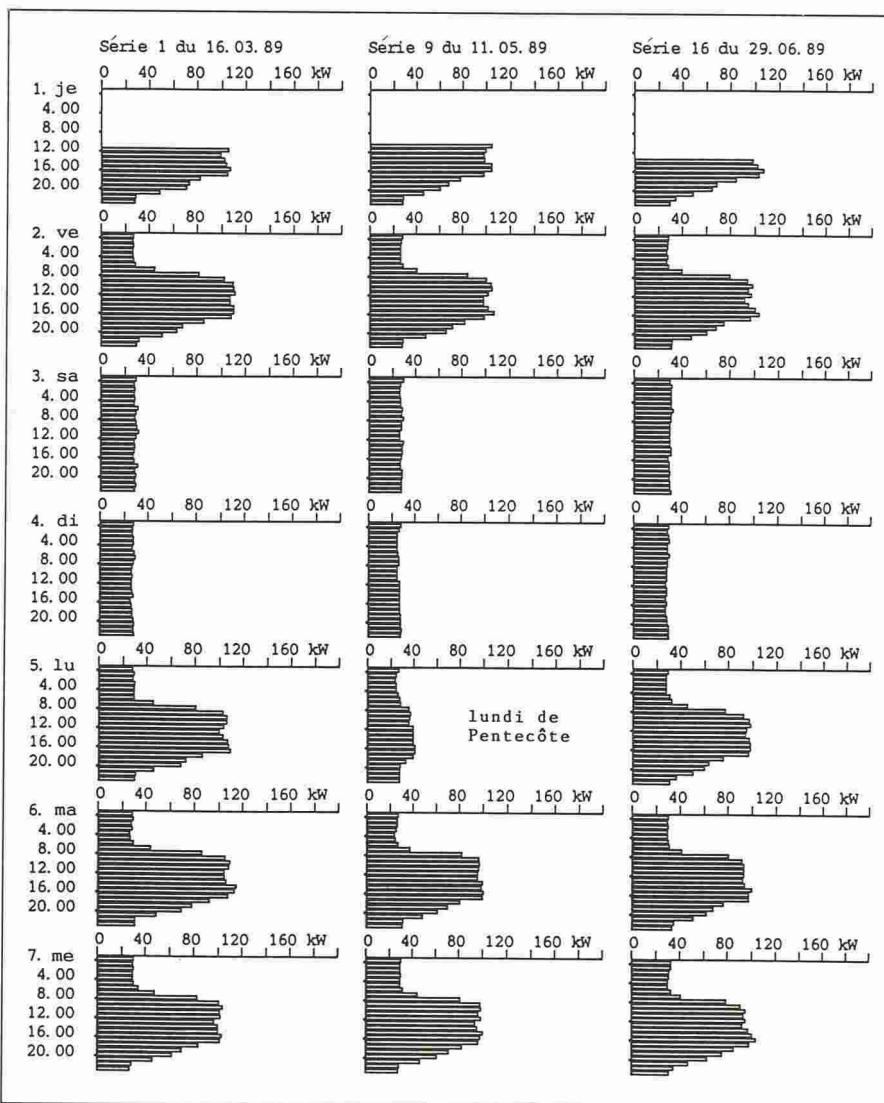


Fig. 2. – Profil de la consommation hebdomadaire d'électricité, Banque Populaire Suisse, Lausanne. Début des mesures: 16 mars 1989.

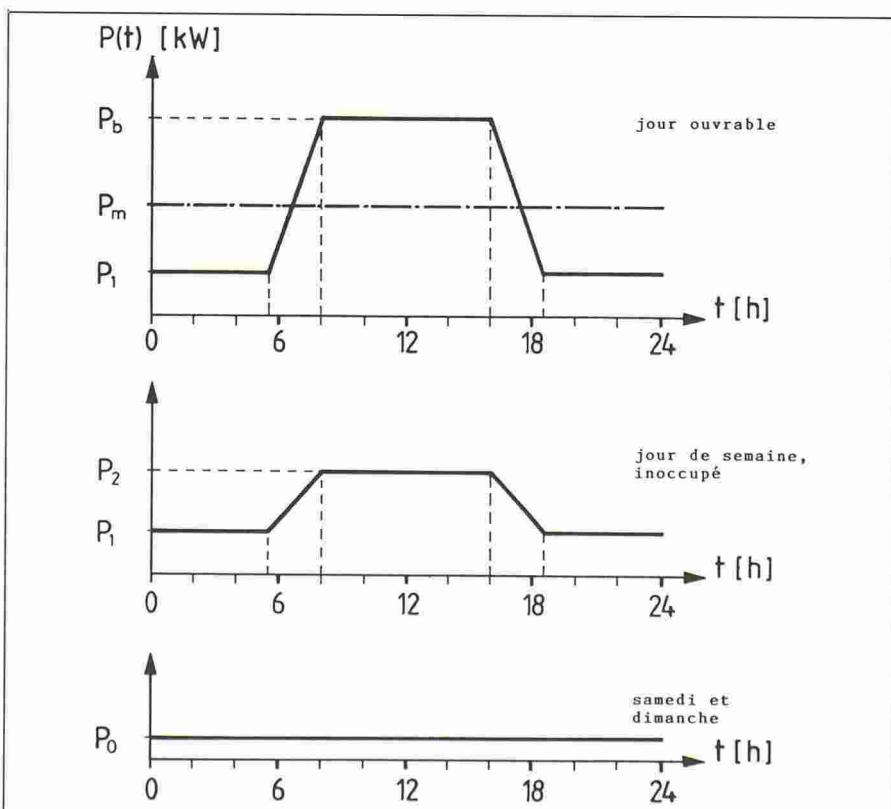


Fig. 3. – Profils types de la consommation globale d'électricité.

1. Comment la distribution d'électricité est-elle organisée et y a-t-il des sous-compteurs ?

On constate qu'il est toujours indispensable d'étudier le schéma de distribution afin d'associer les unités d'utilisation aux différentes armoires de distribution, puis, au sein d'une telle unité, de décomposer la consommation en séries de prestations particulières.

Il faudra poser des appareils d'acquisition supplémentaires si l'on veut mesurer la consommation associée aux principales catégories de consommateurs. Souvent, un programme d'enclenchements successifs des équipements raccordés à un tableau permet de déterminer par paliers successifs les puissances de chaque équipement raccordé.

La puissance et la durée d'utilisation variable des équipements doivent pouvoir être déterminées individuellement. L'éclairage des locaux par exemple est souvent raccordé aux mêmes fusibles que les prises électriques alimentant les appareils des postes de travail. Dans ces cas-là, il est exclu d'enregistrer en une fois la consommation pour l'éclairage de tout le bâtiment. Il faudra se contenter de mesures ponctuelles pour un certain nombre de locaux représentatifs.

2. Quelle doit être la durée de la mesure ? Dans la recommandation SIA 380/1 [3], l'unité de temps pour la consommation d'énergie est l'année et la consommation est exprimée en  $\text{MJ/m}^2\text{a}$ .

A cause du grand nombre de points de mesure nécessaires pour un bilan d'électricité, il est souhaitable de se ramener à des périodes plus courtes. Les analyses effectuées semblent indiquer qu'il suffit de mesurer la consommation pendant deux ou quatre semaines types réparties sur l'année et de multiplier les valeurs moyennes hebdomadaires obtenues par 52 pour obtenir la consommation annuelle avec une bonne approximation. C'est le cas pour nos deux bâtiments pilotes (fig. 5 et 6). Les consommations mensuelles et hebdomadaires ne varient guère que de  $\pm 10\%$  d'une période à l'autre (exception faite des périodes de congé). Il semble ici que le surplus de la demande de refroidissement en été soit relativement faible ou partiellement compensé par la diminution des consommations pour l'éclairage. A Berne, les compresseurs de froid sont aussi utilisés en hiver pour fonctionner comme pompe à chaleur. Il faudra donc noter que la consommation d'électricité mesurée ne concerne pas les

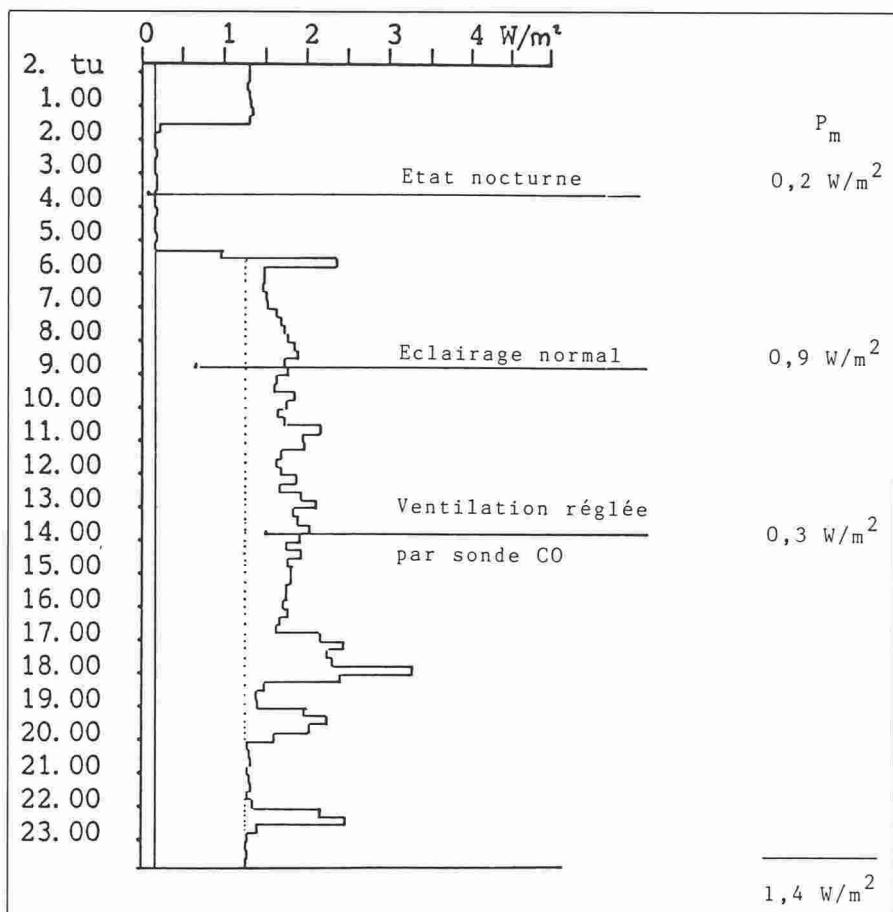


Fig. 4. – Profil de la consommation du parking, à Berne, mesurée le 10 avril 1989.

mêmes prestations fournies selon que l'on mesure en hiver ou en été.

### 3. Que choisir comme surface de référence ?

L'unité adoptée dans le cas du chauffage était le  $m^2$  de surface de référence (surface brute chauffée), définie selon SIA 180/4 [4]. Pour l'électricité, ce n'est plus si simple. En effet, il n'est guère logique de ramener la consommation d'électricité du garage souterrain, celle de l'éclairage extérieur ou encore celle du centre de calcul à la surface de

référence du bâtiment. C'est pourtant ce que nous avons choisi de faire dans un premier temps, pour l'évaluation grossière et le bilan. Dans les analyses détaillées, il sera en revanche indispensable de rapporter la consommation spécifique de chaque prestation à l'unité d'utilisation<sup>8</sup>, à sa surface ou au nombre de postes de travail bénéficiant de la prestation.

<sup>8</sup> Betriebseinheit BE.

4. Quelles unités seront le plus adéquates pour faciliter les comparaisons et les interprétations ?

Le  $MJ/m^2$  a fait son apparition avec les recommandations SIA 180/4 et 380/1. L'indice de dépense d'énergie est maintenant connu de chacun et il est souhaitable de conserver cette unité de référence.

Néanmoins, l'unité lue sur le compteur d'électricité est le  $kWh$ , les puissances des appareils sont indiquées en  $W$  ou en  $kW$  et, comme nous l'avons déjà dit, il semble être possible et réaliste d'envisager des périodes de mesure plus courtes, de l'ordre d'une semaine.

Une grandeur qui est indépendante de la période de mesures choisie est la puissance moyenne. Cette grandeur ne varie que peu si l'on considère une période d'une semaine, d'un mois ou d'une année. Une puissance moyenne de 1  $kW$  correspond par exemple à une consommation de 24  $kWh$  par jour, 168  $kWh$  par semaine ou 8760  $kWh$  par année. Il est ensuite facile de transformer ces valeurs en  $MJ$  avec la relation  $1 kWh = 3,6 MJ$ .

La notion de puissance moyenne  $P_m$  est aussi intéressante parce qu'elle permet une comparaison immédiate entre la puissance nominale  $P_n$  et la puissance moyenne à l'exploitation  $P_b$ . Elle permet ainsi une évaluation rapide du surdimensionnement.

Dans le bâtiment bernois, quatre sous-compteurs sont installés, qui permettent d'obtenir une décomposition des profils journaliers :

- le centre de calcul (TED)
- le restaurant
- le parking
- les surfaces communes attenantes aux locaux loués (couloirs, dépôts).

Il faut rester prudent au sujet des équipements raccordés à ces compteurs.

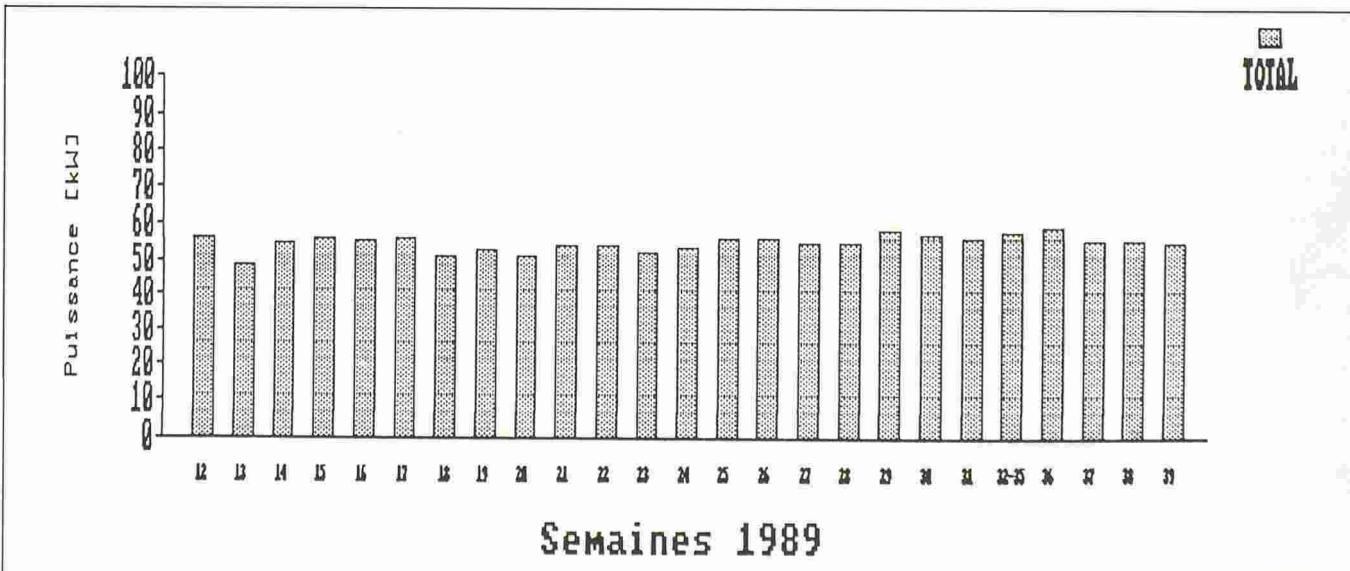


Fig. 5. – Consommations hebdomadaires à la BPS Lausanne.

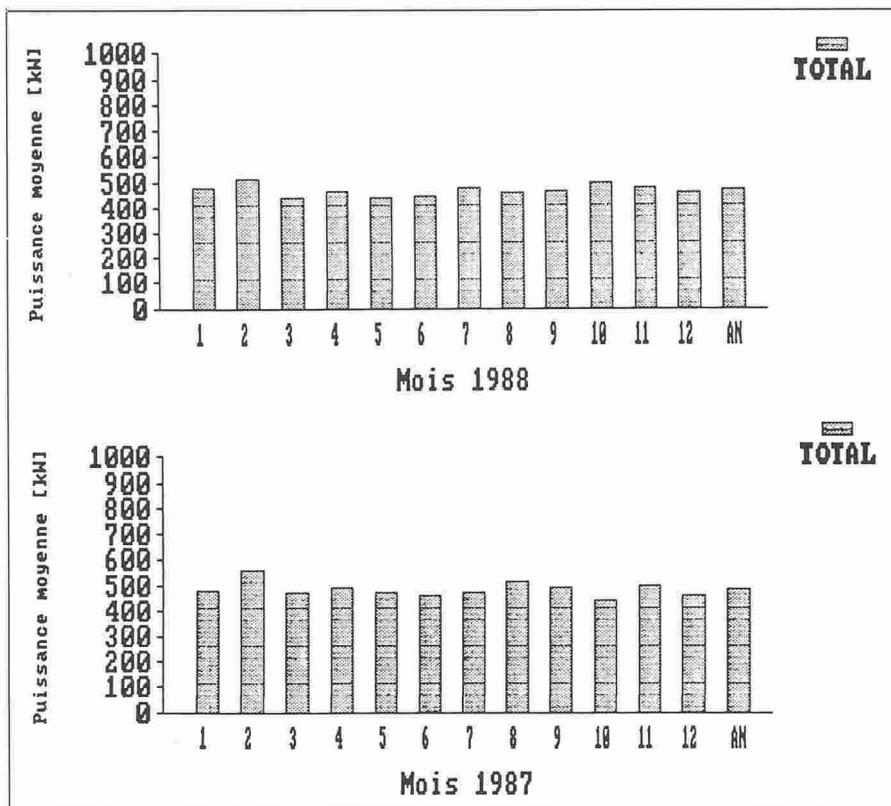


Fig. 6. – Consommations mensuelles à la Mobilière Suisse.

Par exemple, le refroidissement est assuré par trois compresseurs et le TED est le principal bénéficiaire de cette prestation. Un examen de la distribution d'électricité montre toutefois que si un compresseur est bien raccordé sur le compteur TED, les deux autres sont reliés directement au compteur général, tout en fonctionnant surtout pour le centre de calcul.

La figure 7 représente les profils obtenus pour un jour de la semaine.

Finalement, la somme des informations recueillies nous conduit au bilan énergétique de la figure 8, obtenu à partir de l'enregistrement effectué au cours de la semaine du 10 au 17 avril 1989.

Nous avons reporté en ordonnée la puissance moyenne exprimée en  $W/m^2$  ainsi qu'une consommation annuelle en  $MJ/m^2a$ , extrapolée en multipliant par 52 la valeur hebdomadaire.

On constate que cette valeur extrapolée correspond à 1,5% près à la consommation effectivement facturée en 1988.

On remarque aussi que la part associée aux installations du bâtiment ne représente que  $195 MJ/m^2a$ , soit les 41%. Le reste est associé à la production dans le bâtiment: équipements de bureau, centre de calcul (TED), restaurant.

Les consommations sectorielles ont été déterminées par le biais de mesures ponctuelles effectuées sur un certain nombre d'équipements bien définis

dont nous allons présenter quelques exemples.

La figure 9 représente le bilan pour la BPS. La part associée aux installations du bâtiment est de  $190 MJ/m^2a$  et représente les 55% de la consommation totale. La consommation pour les équipements de production est plus réduite, il n'y a pas de restaurant et le centre de calcul est relativement moins grand que celui de la Mobilière Suisse de Berne.

#### 4. Analyse de la consommation d'électricité

Nous avons déjà dit que la qualité des constructions et des installations ne peut pas être comparée sur la base des indices de dépense d'énergie globaux. La comparaison entre les deux bilans des figures 8 et 9 permet de constater que les demandes pour couvrir les prestations des installations des bâtiments sont très voisines. Mais cela n'est toujours pas suffisant; on ne peut pas se contenter de contrôler la consommation, il faut également déterminer le niveau et l'importance des prestations correspondantes fournies.

Par exemple, tous les bureaux de la Mobilière Suisse ont une installation de renouvellement d'air. En revanche, seule une partie des bureaux est ventilée à la Banque Populaire Suisse à Lausanne. La comparaison des consommations ne sera donc rigoureuse que si l'on compare entre eux les équipements destinés à fournir des prestations comparables et bien définies, pour un nombre connu de locaux et de postes de travail.

Nous présentons brièvement quelques résultats associés à des mesures concernant l'éclairage, le renouvellement d'air ainsi que le conditionnement des locaux.

##### 4.1 Eclairage

L'éclairage a déjà fait l'objet de nombreuses recherches et publications. On pense parfois que la consommation pour l'éclairage ne représente qu'un petit pourcentage par rapport à la consommation totale d'électricité. C'est vrai globalement, mais ce n'est pas le cas des bâtiments administratifs, des

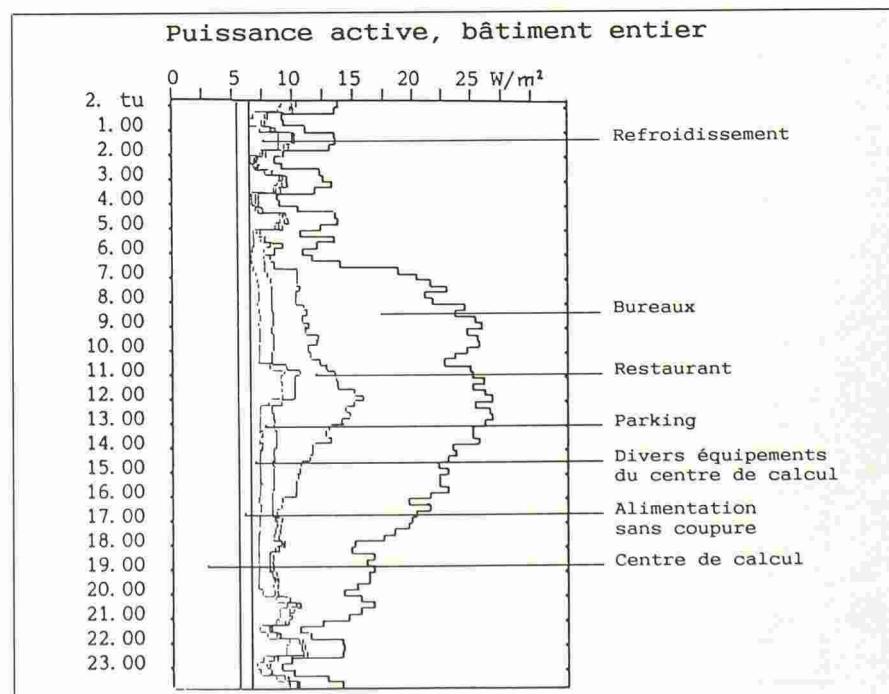


Fig. 7. – Décomposition d'un profil journalier à Berne (10 avril 1989).

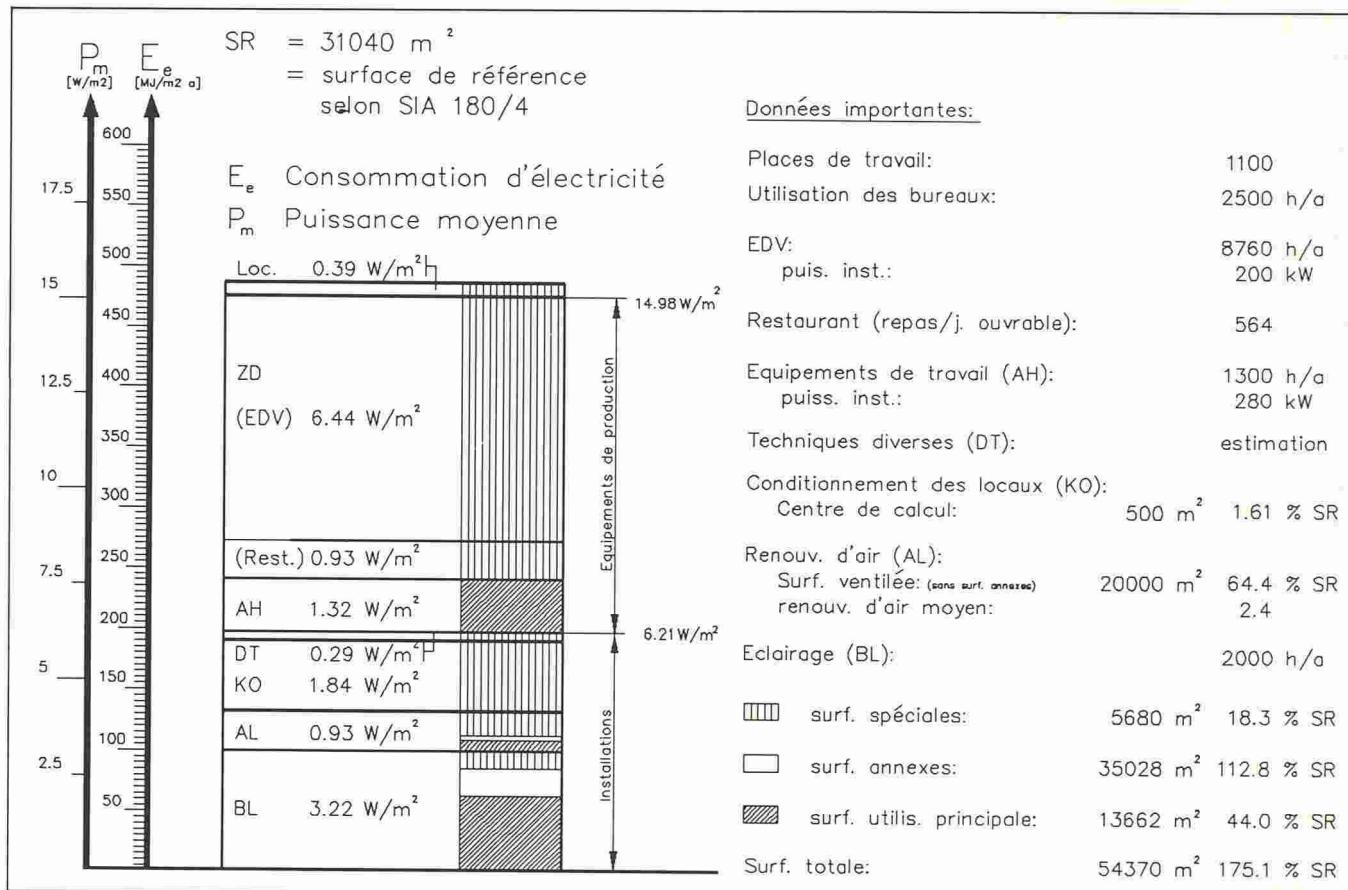


Fig. 8. – Bilan énergétique Mobilière Suisse.

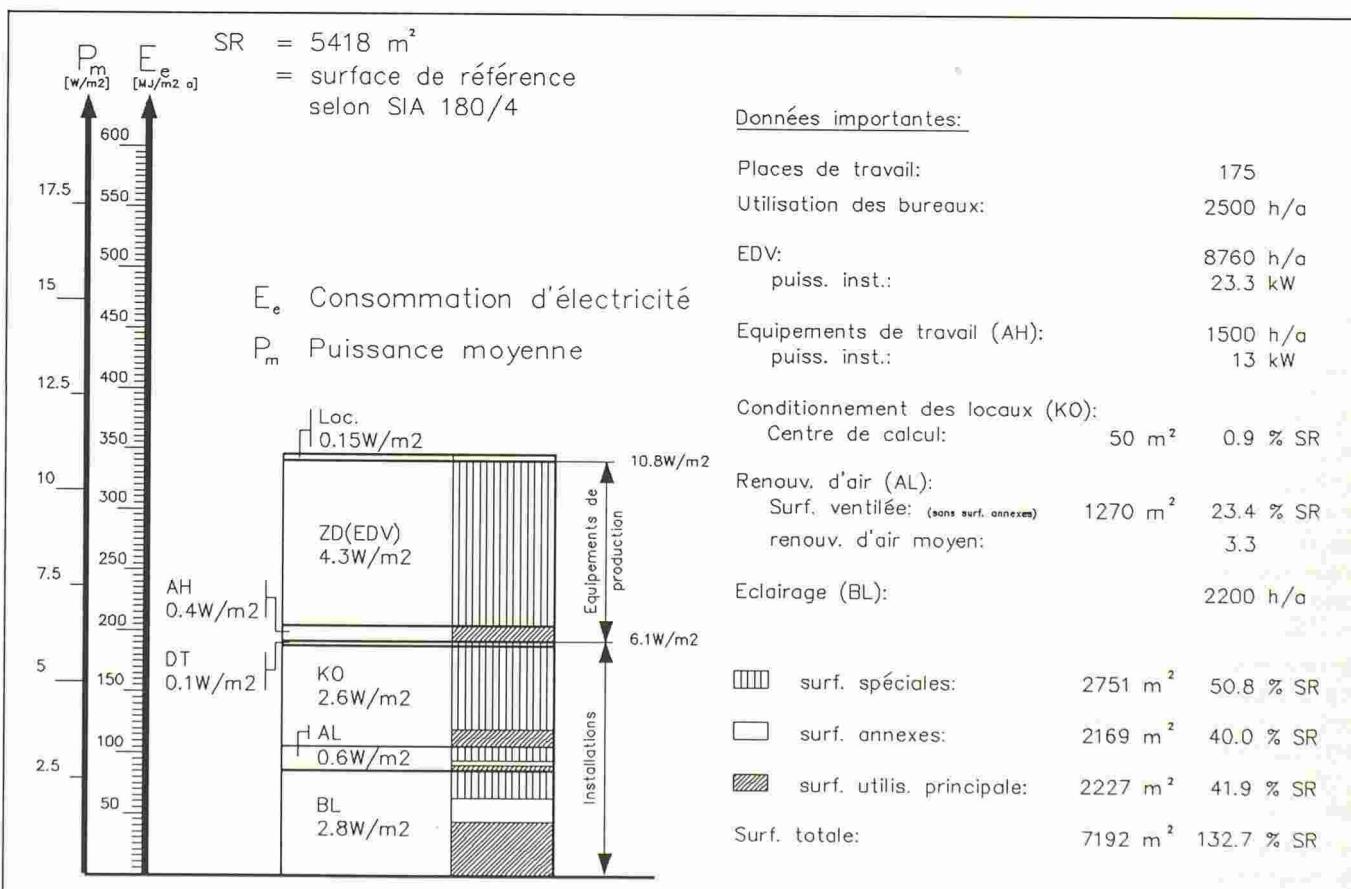


Fig. 9. – Bilan énergétique Banque Populaire Suisse.

écoles, etc. De plus l'éclairage entraîne une émission de chaleur des lampes qui peut contribuer à augmenter sérieusement la charge thermique à évacuer. Dans ce cas, les conséquences d'un éclairage de faible rendement sont non seulement une consommation supérieure pour la lumière, mais en plus une consommation d'énergie pour la ventilation et le refroidissement.

La consommation pour l'éclairage dépend de plusieurs facteurs. Les principaux sont pour nous :

- le niveau d'éclairage requis
- la puissance des lampes installées
- la possibilité de diminuer la puissance en fonction de la lumière naturelle
- la durée d'enclenchement.

Une appréciation qualitative et quantitative requiert de connaître :

- le rendement des sources lumineuses
- le rendement des luminaires
- les apports de lumière naturelle
- les effets du local
- l'utilisation et l'occupation des locaux.

Les relevés et enregistrements effectués dans deux bureaux à grande surface montrent trois particularités :

- la puissance installée correspondant à un éclairage de 400 à 500 lx est de 14,2 W/m<sup>2</sup> pour les deux locaux ;
- bien que les locaux soient équipés de trois rangées de luminaires avec chacune un interrupteur, elles sont systématiquement enclenchées toutes les trois ; on le constate à partir des enregistrements des consommations ;
- bien que ces locaux disposent d'une forte contribution de l'éclairage naturel, les lumières sont systématiquement enclenchées de 7 à 17 heures et le soir de 18 h 30 à 20 heures pour le nettoyage.

À titre d'exemple, nous avons mesuré ailleurs une puissance d'exploitation de moins de 6 W/m<sup>2</sup> pour un éclairage de 400 lx, grâce à une sonde de détection de l'apport d'éclairage naturel.

On constate donc trois directions d'économie potentielle bien distinctes :

- le rendement des sources lumineuses
- l'adaptation de la puissance à l'éclairage naturel existant
- l'adaptation de la durée de l'éclairage à l'occupation des locaux.

## 4.2 Renouvellement d'air

Comme son nom l'indique, la prestation «renouvellement d'air» a pour fonction d'aérer les locaux lorsque pour une bonne raison (nuisances, bruit) l'aération par l'ouverture des fenêtres n'est pas réalisable.

Les paramètres caractéristiques principaux sont :

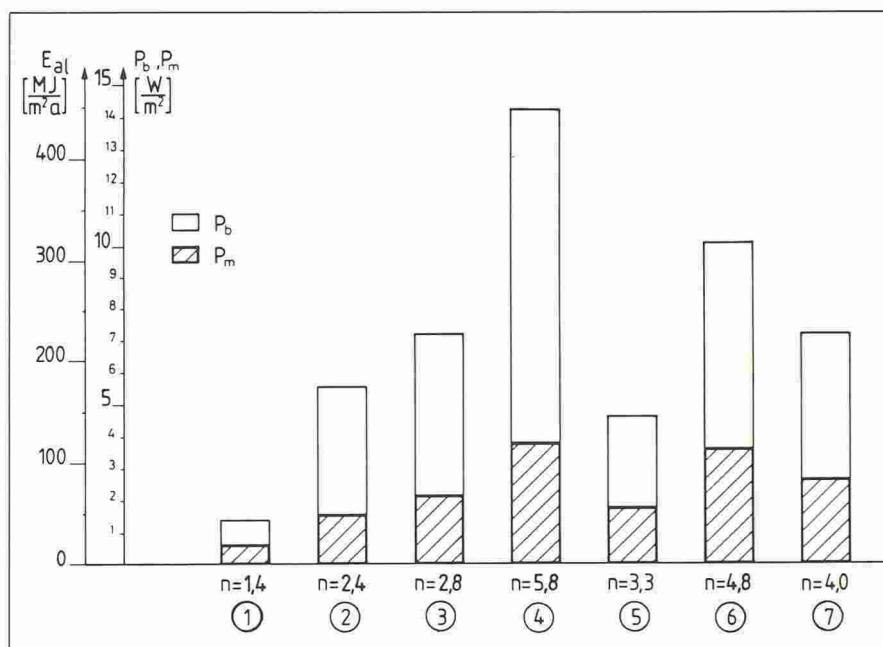


Fig. 10. – Consommation d'électricité et puissance moyenne pour diverses installations de renouvellement d'air.

1. Mobilier Suisse, bureaux zone extérieure.

2. Mobilier Suisse, bureaux zone intérieure 4.

3. Mobilier Suisse, bureaux zone intérieure 5/6.

4. Mobilier Suisse, restaurant.

5. Banque Populaire Suisse, cafétéria.

6. Mobilier Suisse, accueil, salles de séminaire.

7. Banque Populaire Suisse, hall des guichets.

P<sub>b</sub>: puissance appelée pendant l'exploitation, rapportée à la surface ventilée.

P<sub>m</sub>: puissance moyenne, tenant donc compte également des périodes d'arrêt de l'installation, rapportée à la surface ventilée.

E<sub>a</sub>: consommation d'électricité pour le renouvellement d'air, par m<sup>2</sup> de surface ventilée.

n: taux de renouvellement de l'air pendant l'exploitation.

Exemple 1: installation dont la consommation d'électricité est de 18,4 MJ par année et par m<sup>2</sup> de surface ventilée, correspondant à une puissance moyenne de 0,7 W/m<sup>2</sup> et à une puissance d'exploitation de 1,7 W/m<sup>2</sup>.

- le débit d'air de l'installation
- le taux de renouvellement d'air neuf correspondant
- la puissance appelée en régime d'exploitation normal
- la consommation d'énergie.

Afin de comprendre pourquoi une installation consomme plus qu'une autre, il est nécessaire de considérer encore d'autres paramètres :

- les pertes de charge du réseau de pulsion et d'extraction
- le rendement des moteurs et ventilateurs
- la variabilité de la puissance
- la durée d'occupation des locaux et leur utilisation
- la durée de fonctionnement des appareils.

Tous ces paramètres sont à considérer selon trois points de vue :

- les valeurs planifiées
- les valeurs mesurées
- les valeurs calculées par le programme de calcul prévisionnel de la consommation dont les modèles sont étudiés et développés par le bureau EWI à Zurich.

A partir de là, la démarche est très pragmatique : il s'agit de comparer les consommations spécifiques de plusieurs installations entre elles, de

déterminer pour quelles raisons certaines consomment moins que d'autres et de retenir les meilleures pour esquisser des valeurs limites et des valeurs cibles.

Les différences constatées peuvent être dues à des différences de rendement de moteur ou de ventilateur, ou au réseau de gaines dont les dimensions entraînent des pertes de charges plus ou moins grandes, ou à cause d'un taux de renouvellement d'air plus ou moins élevé.

La figure 10 situe les valeurs obtenues pour des installations des deux bâtiments examinés.

On peut observer que pour les bureaux de la zone extérieure qui ont fait l'objet d'une attention particulière, la consommation est réduite. En revanche pour les autres locaux où le renouvellement d'air n'a pas fait l'objet de la même attention, la consommation est nettement plus élevée. Cela démontre que l'on peut réduire les consommations spécifiques lorsqu'on examine minutieusement la question lors de la planification.

## 4.3 Le conditionnement des locaux

Le conditionnement des locaux est une prestation qui se distingue de celle

## Remerciements

Nous remercions ici le président Reto Lang et les membres de la Commission SIA 380/4 pour leurs conseils judicieux et leurs remarques. Nous remercions également tous ceux qui ont répondu et qui répondront encore à notre recherche de bâtiments et d'installations performants dans le but de permettre la détermination de valeurs limites et de valeurs cibles réellement atteignables dans la pratique.

Nous remercions finalement l'Office fédéral de l'énergie et le Fonds national de la recherche énergétique (NEFF) pour leur soutien financier.

du renouvellement d'air. Le renouvellement d'air peut être considéré comme assuré avec un taux de deux volumes d'air changés par heure. A partir de là, les fonctions supplémentaires suivantes sont associées au conditionnement :

- partie du renouvellement d'air supérieur à deux volumes d'air par heure (par exemple marche en 2<sup>e</sup> allure)
- renouvellement d'air lorsque les locaux ne sont pas occupés (refroidissement nocturne)
- recyclage de l'air
- refroidissement, humidification, déshumidification.

Le chauffage n'est pas considéré dans notre projet, car il fait partie des besoins en chaleur traités dans le cadre de la recommandation SIA 380/1.

Des valeurs limites ou des valeurs cibles pour le conditionnement des locaux ne pourront être proposées qu'en relation avec différentes classes de prestations associées à différents niveaux d'exigences et en fonction des

charges thermiques à évacuer. Dans ce domaine, comme dans les autres d'ailleurs, les travaux devront encore être complétés par de nombreuses mesures.

## 5. Discussion

Les résultats présentés ne sont que les premiers d'une série de mesures actuellement en cours et qui se rapportent à un vaste éventail de prestations des équipements électriques.

Par des mesures effectuées sur des installations performantes, nous cherchons à déterminer pratiquement les puissances et les consommations minimales associées à chaque prestation selon différentes classes d'occupation et d'utilisation des locaux.

Il ne s'agit donc pas de proposer des économies au moyen d'un rationnement des prestations requises par les utilisateurs, mais de rechercher les consommations minimales associées à différents niveaux de prestations requises.

Certes, des critères permettant de juger de la nécessité d'une prestation seront aussi discutés. Il n'est par exemple pas admissible de devoir refroidir des locaux dont le chauffage serait simultanément en fonction. Il n'est de même pas nécessaire d'éclairer des locaux alors que la lumière du jour donne déjà plus de 500 lx sur les postes de travail. Il y a d'autre part des systèmes dont le rendement est si mauvais qu'il serait raisonnable de les déconseiller.

Nous préparons la collection d'un large ensemble de données afin de mettre en évidence les installations les plus

## Bibliographie

- [1] BRUNNER, C. U.; MÜLLER, E. A.: «Elektrosparsstudien, Kanton Basel-Landschaft, Stadt Zurich», CUB, 8001 Zurich, 25.11.88.
- [2] SAUGY, B.: *Prestations des procédés énergétiques du bâtiment*, BSI, Lausanne, 1983.
- [3] SIA 380/1: «L'énergie dans le bâtiment», recommandation (1988).
- [4] SIA 180/4: «L'indice de dépense d'énergie», recommandation (1982).

performantes par rapport aux autres qui le sont moins. Les valeurs limites et les valeurs cibles ainsi obtenues seront certainement susceptibles d'être discutées et adaptées avec le temps. Elles devraient toutefois représenter ce qui est raisonnablement atteignable dans l'état actuel de la technique.

Nous espérons que la démarche présentée sera adoptée par les personnes actives dans ce domaine des consommations d'électricité et que les campagnes de mesures seront dorénavant effectuées selon les critères présentés. Les participants au projet SIA lancent un appel à tous ceux qui possèdent des résultats de mesures ou qui vont procéder à des analyses. Ils contribueront ainsi à élargir la base des connaissances dans ce domaine.

### Adresse de l'auteur:

Charles Weinmann,  
Drs sciences, physicien  
Weinmann Energies  
Ingénieurs-conseils EPFL/SIA-ASIC  
1040 Echallens

# Genève : la ligne de tram 13<sup>1</sup>

Indépendamment des mesures lourdes envisagées à Genève (RER, métro, nouveau réseau de trams) pour lesquelles les décisions tomberont en 1991, une idée fait son chemin. Celle de la ligne du tram 13, entre la gare de Cornavin et le nouveau dépôt Bachet-de-Pesay par le rond-point de Plainpalais. Dans tous les scénarios futurs, cette ligne offre une possibilité concrète d'améliorer la situation. En gagnant du temps. Et à moindres coûts. Ci-après, nous publions les points essentiels de l'étude du Département des travaux publics de Genève.

Dans le domaine des transports, les efforts du Conseil d'Etat tendent vers deux objectifs principaux : garantir la mobilité de chacun et, à terme, assurer le respect des ordonnances fédérales sur la protection de l'air (OPair) et sur la protection contre le bruit (OPB).

## Le contexte général

La population et le nombre d'emplois ne cessant de croître, notre canton doit faire face à des besoins grandissants en matière de déplacements. Or, le réseau

des voies de communication dans l'agglomération est, en raison de toutes sortes de contraintes, très peu extensible.

Les deux objectifs précités ne pourront donc être atteints que grâce à une augmentation importante de la part des transports collectifs dans les déplacements de personnes, part qui, on le sait, est faible à Genève en comparaison avec d'autres villes suisses.

Les services de l'ingénieur de la circulation constatent d'ailleurs avec préoccupation que, même en limitant à un

minimum les entrées de voitures en ville, le trafic interne suffit à y engorger la circulation.

Cela montre la nécessité qu'il y a de modifier la répartition modale en ville pour préserver son accessibilité.

Ce transfert modal sera le but du plan directeur pour le développement des transports publics à l'horizon 2000 que le Conseil d'Etat doit adopter en 1991. Néanmoins, tous les projets réalisables à court terme et susceptibles d'amorcer le processus se devaient d'être retenus dans le projet de plan directeur 1990-1994.

C'est le cas de la création de la ligne de tram 13.

La clientèle attendue sur la nouvelle ligne pourrait atteindre 7 millions de voyageurs par an, ce qui suffirait à couvrir les coûts d'exploitation de la ligne (y compris l'amortissement du matériel roulant).

<sup>1</sup> Cet article est repris, avec l'aimable autorisation de la rédaction, du *Cheminot*, N° 46, du 16 novembre 1989.